فصلنامه علمی برنامه‌ریزی منطقه‌ای
سال ۱۰، شمارهٔ پیاپی ٤٠، زمستان ۱۳۹۹
شاپای چاپی: ۶۷۳۵- ۲۲۵۱ – شاپای الکترونیکی: ۷۰۵۱- ۲۴۲۳
http://jzpm.miau.ac.ir

مقاله پژوهشی

ارزیابی سناریوهای مختلف زلزله در شهر تهران با رویکرد انعطاف‌پذیری شهری

کیانوش ذاکرحقیقی[۱]: دانشیار گروه شهرسازی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران
محسن مهرجو: دانشجوی دکتری شهرسازی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

دریافت: ۱۳۹۹/۵/۱۵ صص: ۱۷۶- ۱۶۳ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۲۰

چکیده

زلزله در مناطق شهری در سراسر جهان به یک نگرانی عمده برای ساکنین و مدیران شهری به دلیل خسارتهای بالقوه به زندگی و آسیب گسترده به زیر ساختهای شهری که پس از زلزله رخ می‌دهد، تبدیل شده است. کشور ایران یکی از لرزه خیزترین کشورهای جهان محسوب شده که تقریبا تمامی مناطق آن در معرض وقوع زلزله‌های متوسط تا بزرگ قرار دارند شهر تهران نیز به عنوان پایتخت کشور، از این قائده مستثنی نبوده. از سال ۱۸۳۰ میلادی (زلزله ۷ ریشتر شمیرانات) تاکنون هیچ زلزله شدیدی را تجربه نکرده است. بر طبق آمار، دوره بازگشت زلزله شدید در تهران ۱۵۰ سال می‌باشد. شهر تهران براساس سرشماری نفوس و مسکن با جمعیتی بالغ بر ۸,۵ میلیون نفر درخود جای داده است این در حالی است که در شهر تهران ۳۲۶۸ هکتار از نواحی شهر تهران به عنوان بافت فرسوده شناسایی گردیده است. پیش بینی آسیب‌های لرزه ای مبتنی بر سناریوهای محتمل در شهر تهران می‌تواند تصمیم گیران را جهت شناسایی اولویتهای برنامه ریزی جهت کاهش خسارت کمک نماید. در این پژوهش سعی بر آن است با استفاده از سناریوهای محتمل زلزله شهر تهران با استفاده از نرم افزارهای تحلیل، میزان خسارات وارده را ارزیابی و درانتها بر اساس نقشه‌های موجود، پهنه‌های در اولویت اقدام جهت برنامه ریزی مشخص گردد تا از این طریق بتوان انعطاف شهر در برابر بحران‌های طبیعی را مورد ارزیابی قرار داد. روش کار در این پژوهش به اینصورت است که با توجه به آخرین اطلاعات موجود و استفاده از نرم افزار *ARCGIS* تمامی شهر تهران به سلولهای۵۰۰ *۵۰۰ تبدیل گردیده و تمامی اطلاعات موجود در این سلولها در نرم افزار *Raduis* وارد گردیده است که براساس سناریوهای احتمالی زلزله نقشه‌های متفاوتی تهیه گردیده است. در انتها با مقایسه هر سلول بحرانی ترین حالت در نظر گرفته شده و در انتها نقشه بحرانی زلزله و مشخص کردن مناطق بحرانی ارائه گردیده است.

واژه‌های کلیدی: انعطاف شهری، زلزله، سناریوهای محتمل، *Raduis*.

[۱]. نویسنده مسئول: *k.zakerhaghighi@gmail.com* ، ۰۹۱۲۱۵۰۴۳۶۸

مقدمه:

داده‌های جهانی نشان دهنده این واقعیت است که طی دو دهه اخیر، سوانح طبیعی با تکرار زیادی نسبت به گذشته به وقوع پیوسته است، و اثرات مخرب زیادی به همراه داشته است. به همین دلیل شناسایی مراحل ارائه پاسخ و واکنش به آنها اهمیت زیادی دارد. همچنین توجه به الویت و ارتقای آن در سطوح مختلف ضروری است. بنابراین برای این کار به استراتژی‌های مدیریت سوانح طبیعی کارآمد نیاز است تا جوامع بتوانند در جهت کاهش آسیب‌پذیری در سطوح محلی و حتی منطقه ای و ملی در رابطه با کاهش مخاطرات طبیعی حرکت کند (*Battista, 2004*). امروزه عموم مردم به شیوه هایی متفاوت با دیگر دوره‌های تاریخ، سوانح را تجربه می‌کنند (*Omand, 2005*). به طوری که در هر بخش خبری، تصاویری از آخرین سوانح، صرف نظر از محل وقوع آنها دیده می‌شود. از این رو، این پرسش ایجاد می‌شود که اگر امکان پیش بینی و پیشگیری از سوانح، برای در امان نگاه داشتن مردم از پیامدهای آن ها وجود ندارد برای به حداقل رساندن خسارت ها و آشفتگی‌های ناشی از بحران ها چه می‌توان کرد. این موضوع هنگامی اهمیت بیشتری می‌یابد که بدانیم بحران ها در سال‌های اخیر، خسارتی معادل ۶۰۰ میلیارد دلار را به کشورها وارد کرده اند که بر بیش از سه میلیارد نفر تأثیر گذاشته اند و از این تعداد بیش از ۷۵۰۰۰۰ نفر جان خود را از دست داده اند (*Birkmann, 2006*). شهرها، بعنوان پیچیده ترین ساخته دست بشر، با ریسک های گسترده های به دلیل محدوده وسیعی از مخاطرات و به دلیل آسیب پذیری های چندگانه شان مواجه هستند. آسیب پذیری های شهری در همه جا، از زیرساخت ها و ساختمان ها تا مخابرات، ترابری و خطوط انرژی مشخص است و کاهش آسیب پذیری ها در مقیاس شهر به سادگی مقاوم سازی ساختمان ها نیست (*Moor, 2001*).قهر طبیعت زمان و مکان نمی شناسد، از این رو بهترین شیوه ی کاهش خطرات ناشی از حوادث طبیعی و افزایش توان دفاعی در برابر این گونه بلایا استفاده از تجربیات گذشته است. بلایای طبیعی تغییراتی را در شرایط عادی زندگی مردم به وجود آورده، آنان را با خطراتی نو مواجه می کند، شیرازه زندگی مردم را از هم می پاشد، آنان را دچار رنج و درماندگی کرده، نیازمند سرپناه، غذا، پوشاک و مراقبت های پزشکی و روانی در برابر شرایط نامساعد محیط می گرداند (*Assar & Nadim, 1994*). ایمنی شهر در برابر خطرات زلزله به عنوان یک هدف باید در تمامی سطوح برنامه ریزی کالبدی(از معماری تا آمایش سرزمین) مد نظر قرار گیرد و در میان تمام سطوح برنامه ریزی کالبدی، سطح میانی یعنی شهرسازی و برنامه ریزی شهری (بخش کاربری اراضی) کارآمدترین سطح برای کاهش آسیب های ناشی از زلزله است. شهر تهران به عنوان مهم ترین نهاد اجتماعی، سیاسی و اقتصادی کشور به واسطه قرار گیری در دامنه جنوبی البرز و وجود گسلهای فعال در نزدیکی و اطراف آن، ثبت مستمر زمین لرزه ها در شبکه های لرزه نگار یا اطراف این شهر و رخداد زلزله های ویرانگر در طول تاریخ در محدوده آن از پتانسیل لرزه خیزی بالایی برخوردار است (*Abdollahi, 2001*). در این پژوهش سعی بر آن است با استفاده از سناریوهای محتمل زلزله شهر تهران با استفاده از نرم افزارهای تحلیل، میزان خسارات وارده را ارزیابی و درانتها بر اساس نقشه‌های موجود، پهنه‌های در اولویت اقدام جهت برنامه ریزی مشخص گردد تا از این طریق بتوان انعطاف شهر در برابر بحران‌های طبیعی را مورد ارزیابی قرار داد.

پیشینه و مبانی نظری تحقیق:

این روزها بیش از نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند و طبق آمار سازمان ملل، انتظار می‌رود که ۶۶ درصد از کل جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ در شهرها زندگی کنند (*UN, 2014*). با توجه به رشد سریع جمعیت و شهرنشینی، شهرها بیشتر در معرض اثرات طیف وسیعی از فجایع قرار می‌گیرند، از حوادث طبیعی مانند سیل و زلزله تا تنش‌های مزمن ناشی از تغییر اقلیمی و یا پویایی اجتماعی.(*Rockefeller Foundation & ARUP, 2014*) علاوه بر این، تاثیر یک فاجعه می‌تواند مرزهای شهری را تحت تأثیر قرار دهد و بر مناطق و سایر انسانها تاثیر گذارد (*Malalgoda, Amaratunga, & Haigh, ۲۰۱۴*). به منظور کاهش خطر و تاثیر ناشی از فجایع و افزایش ایمنی و رفاه شهروندان، شهرها باید انعطاف‌پذیری بیشتری داشته باشند و برای مقابله با این حوادث آماده باشند. در این راستا، ارتقای سطح انعطاف پذیری شهرها در برابر بلایای غیر منتظره از اهمیت بیشتری برخوردار است و نیازمند یک رویکرد جامع است (*Collier et al., 2013; Jabareen, 2013*). این کار، به عنوان ظرفیت مقابله، جذب، انطباق و بهبود عملکرد خدمات حیاتی، نظارت، یادگیری با انجام فرآیندهای ادامه‌دار از طریق همکاری شهری متقابل و افزایش توانایی‌های انطباقی و تقویت آمادگی از طریق پیش‌بینی و پاسخ مناسب به چالش‌های آینده،انعطاف‌پذیری شهر تعریف می‌شود (*Smart Mature Resilience,2016*). با توجه به پیچیدگی و گستردگی مفهوم انعطاف پذیری، عملی ساختن روند انعطاف پذیری شهر همچنان یک چالش است(*Cavallo & Ireland, 2014*). در حال حاضر، نمونه‌های محدودی از گام‌های موثر موجود است که شهرها باید دنبال شهرها توسعه پذیر منعطف باشند .(*Jabareen, 2013*)علاوه بر این، شهرها می‌توانند تنوع زیادی در سطح انعطاف‌پذیری خود و چارچوب‌های موجود نشان دهند(*Jabareen, 2013*). برای پرداختن به این چالش‌ها، دولت‌ها و سیاست گذاران شهری، که مسئولیت ایجاد انعطاف‌پذیری در شهر را دارند، نیازمند حمایت و راهنمایی برای عملیاتی کردن فرآیند ساخت انعطاف‌پذیر شهر هستند (*Weichselgartner & Kelman, 2014*).

مخاطره شهری: مخاطره ی شهری عبارت است از واقعه یا عملی از طبیعت، فناوری یا انسان با چنان شدتی که شیرازه ی زندگی روزمره شهری ناگهان گسیخته شود و مردم دچار رنج و درماندگی شوند. در نتیجه به غذا، پوشاک، سرپناه، مراقبتهای بهداشتی، پزشکی و پرستاری نیازمند و به محافظت در مقابل عوامل و شرایط نامساعد محیط محتاج گردند .(*Pelling, 2003*).

آسیب‌پذیری شهری: بک معتقد است که مخاطره در جامعه ی مخاطره آمیز را می توان به منزله شیوه منظم سر و کار داشتن با خطرها و شرایط ناایمنی معنا کرد که جریان نوسازی مولد آنها است.(*Beck, 1992*) گیدز با ذکر تنوع و گوناگونی مخاطرات جوامع، آنها را به مخاطرات خارجی و مخاطرات ساخته شده تقسیم میکند. وی معتقد است که بخش قابل توجهی از مخاطرات ریشه محیطی دارند، ولی مخاطرات مدرن جوامع شهری محصول فعالیت بشری اند (*Giddens,1999*). الکساندر مهمترین مشخصه‌های یک مخاطره شهری را در قطع روند طبیعی زندگی به صورت بسیار سخت و ناگهانی، آثار ناگوار انسانی شامل مرگ و میر، آسیب دیدگی جسمی و روانی و بیماری و لطمه‌های جدی به ساختارهای اقتصادی، اجتماعی و زیربنایی می‌داند (*Alexander, ۲۰۰۶*). مهم‌ترین ویژگی‌های ذاتی یک مخاطره شهری را می‌توان چنین برشمرد (*Mohammadi Deh Cheshmeh, 1992*).

- ≠ مخاطره عموماً غیر قابل پیش‌بینی است.
- ≠ مخاطره آثار مخربی دارد و مردمی که تا قبل از مخاطره نیازمند کمک نبودند به محض وقوع مخاطره نیازمند می‌شوند.
- ≠ مخاطرات ماهیت و آثار طولانی و فرسایشی دارند.
- ≠ محدودیت و فشردگی زمان، غافلگیری، استرس و مخدوش شدن اطلاعات.

آسیب‌پذیری شهری میزان خسارتی است که در صورت بروز سانحه به اجزا و عناصر یک شهر بر حسب چگونگی کیفیت آن ها وارد می‌شود.آسیب‌پذیری شهر پدیده ای است گسترده که تمامی عوامل موجود در یک شهر را در بر میگیرد و به علت وابستگی عناصر به یکدیگر آسیب‌پذیری شهر نیز به سرعت گسترش می‌یابد (*Poyan & Nategh Elahi, 1999*). آسیب‌پذیری شهری به میزانی از تفاوتهای ظرفیتی جوامع شهری برای مقابله با اثرات مخاطرات طبیعی بر اساس موقعیت آنها در جهان مادی (ساختار فضایی شهر) و ویژگی‌های اجتماعی آن جوامع (ساختار اجتماعی شهر) اطلاق می‌شود (*Ahadnejad, 2009*). به عبارت دیگر، آسیب‌پذیری یک تابع ریاضی است و به مقدار خسارت پیش بینی شده برای هر عنصر در معرض خطرهای مصیب تبار، با شدت معین، گفته می‌شود. تحلیل آسیب‌پذیری فرایند برآورد آسیب‌پذیری عناصر معینی است که در معرض خطر احتمالی ناشی از وقوع مصیبت بار هستند (*Fischer,1996*). تحلیل آسیب‌پذیری شهری، تحلیل، ارزیابی و پیش بینی احتمال خسارت‌های جانی، مادی و معنوی شهر و ساکنان شهر در برابر مخاطرات احتمالی است. ارزیابی ضعف‌های موجود ساختارها و سیستم‌های زیرساختی شهرها، کلید تعیین ریسک لرزه‌ای است. افزایش آسیب‌پذیری تهدیدی جدی برای امنیت ساختمان‌ها به ویژه آن دسته از ساختمانهایی است که بدون رعایت مقررات ساخت و ساز ساخته شده‌اند. از آنجا که تعداد زیادی از ساختمان‌های آسیب‌پذیر در مناطق شهری وجود دارند، تقویت همه آن‌ها به دلیل محدودیت‌های اقتصادی و فیزیکی تقریبا غیر ممکن است. یک ارزیابی خسارت مبتنی بر ریسک برای اولویت‌بندی ساختمان‌هایی که نیاز به بازسازی دارند ضروری می‌باشد (*Tesfamariam,2008*). استراتژی‌های مدیریت خطر بلایای شهری نیازمند شناسایی مناطق پر ریسک برای بهینه‌سازی استفاده از منابع محدود و توسعه یک برنامه مدیریت شهری موثر برای کاهش زیان‌های بالقوه است. علاوه بر این، ارزیابی ریسک موثر و برنامه‌ریزی مدیریت شهری، نیازمند برآورد خسارت مالی احتمالی و تلفات انسانی است (*Ara,2014*). برآورد میزان خسارت کالبدی و تلفات انسانی یک منطقه شهری اغلب به دلیل فقدان اطلاعات، بودجه محدود، نیازمند زمان و بررسی دقیق اطلاعات زیر ساختی شهرهاست. ارزیابی خسارت لرزه‌ای مبتنی بر سناریو می‌تواند نقطه شروع خوبی در برنامه‌ریزی کاهش خطر زمین‌لرزه باشد (*Alam et al. 2011*). برآورد خسارات لرزه‌ای برای یک منطقه شهری نیازمند یکپارچگی اطلاعات ساختمان و داده‌های لرزه‌ای است. با استفاده از اطلاعات آسیب‌پذیری لرزه‌ای، خسارت مورد انتظار به یک طبقه ساختاری خاص ناشی از شدت‌های مختلف زلزله را می‌توان پیش‌بینی کرد (*Dolce et al, 2003*) درجه و میزان آسیب فیزیکی مورد انتظار برای هر کلاس ساختمان را می‌توان از ماتریس‌های احتمال آسیب و منحنی‌های درجه‌بندی پیش‌بینی کرد. (*Barbat et al., 2008; Lantada et al., 2010; Asadi and Adeli., 2018*) ماتریس احتمال خسارات، نسبت ساختمان‌های آسیب‌دیده به تعداد کل را نشان می‌دهد.

ساختمان‌هایی برای کلاس‌های ساختمانی مشخص‌شده برای سطوح شدت لرزه‌ای مشخص (*Erberik, 2015*)، تعدادی از برنامه‌های رایانه‌ای تجاری و غیر تجاری (به عنوان مثال *ImageCat*، *CAPRA*، *EQECAT RQE*، *EPEDAT*، *ELER*، *OpenQuake*، *HAZUS*، *SEISMOCARE*) در دهه‌های اخیر برای انجام تجزیه و تحلیل ریسک لرزه‌ای ایجاد شده‌اند. این برنامه‌ها موجودی ساختمان و اطلاعات شدت زلزله را براساس سناریوی زمین‌لرزه‌ها تلفیق کرده و آسیب‌های احتمالی یک منطقه شهری را تعیین می‌کنند. با این حال تخمین تلفات زمین‌لرزه برای بخش‌های مختلف دنیا به رویکردها و ویژگی‌های متفاوتی ناشی از طبیعت پیچیده آن نیاز دارد. (*Karimzadeh et al., 2014*) بنابراین اعمال یک ابزار برآورد زیان ناحیه‌ای برای بخش‌های دیگر جهان دشوار است. چندین پروژه راه‌اندازی شده توسط دولت‌ها و سازمان‌های مختلف هدف توسعه روش‌های ارزیابی ریسک قابل‌قبول برای برنامه‌ریزی کاهش ریسک است. برخی از ابزارهای تخمین خسارت زمین‌لرزه به عنوان مثال (*RADIUS*، *HAZUS*) تحت چنین ابتکاراتی توسعه یافته‌اند. ابزارهای برآورد تلفات زلزله مختلف در گذشته در جدول ۱ ثبت شده‌اند.

رویکردهای تهیه و تدوین سناریوی زلزله جهت انعطاف پذیری شهری:

الف- رویکرد *HAZUS*: نرم افزار *HAZUS-MH* توسط آژانس فدرال مدیریت شرایط اضطراری ایالات متحده[1](*FEMA*) در سال ۲۰۰۴ تدوین شده است. *HAZUS-MH* نرم افزاری کاربردی، علمی، دارای روشی استاندارد و شامل مدلهایی برای تخمین خسارات بالقوه ناشی از زلزله، سیل و طوفان می‌باشد. تخمین خسارت بوسیله این نرم‌افزار، بر پایه معلومات موجود علمی و مهندسی مطالعه اثرات طوفان، سیل و زلزله انجام می‌گیرد و برای تصمیم گیری در تمام سطوح، فراهم کردن مبانی تدوین برنامه‌ها و سیاست‌های کاهش اثرات، آمادگی اضطراری و پاسخگویی و ساماندهی و برنامه‌ریزی در بازسازی قابل استفاده است. *HAZUS-MH* سیستم اطلاعات جغرافیایی (*GIS*) را برای ترسیم، نشان دادن داده‌ها و نتایج صدمات و تخمین خسارات اقتصادی به کار می‌گیرد. به عنوان مثال می‌توان از استفاده روش *Hazus* در تخمین خسارت شهر نیویورک یاد کرد (*Tanntala, 2000*).

ب – رویکرد *JICA*: آژانس همکاری‌های بین المللی ژاپن(*JICA*)، فعالیت‌های زیادی را در کشورهای مختلف جهان در زمینه ریز پهنه بندی خطر زمین لرزه و تهیه سناریوی زلزله با توجه به تجارب کسب شده در کشور ژاپن و استانداردهای علمی، به انجام رسانده است. ریزپهنه بندی و سناریوی زلزله در بستر سیستم اطلاعات جغرافیایی *GIS* انجام پذیرفته و گزارشات بسیاری من جمله میزان تلفات و خسارات ساختمانی و زیر ساختی و شریان‌های حیاتی و غیره از خروجی‌های سناریوی تهیه شده این آژانس می‌باشد. از جمله فعالیت‌های *JICA* می‌توان به ریزپهنه بندی شهر تهران و شهر استانبول ترکیه اشاره نمود. (*JICA,2004*)

ج- رویکرد *RADIUS*: رویکرد *RADIUS* در سال ۱۹۹۶ با هدف تهیه سناریوی زلزله و تدوین برنامه اقدام برای شهرهای در معرض خطر زلزله در کشورهای درحال توسعه به کار گرفته شد. هدف اصلی پروژه *RADIUS* که با حمایت سازمان ملل آغاز گردید، بالا بردن آگاهی و ایجاد یک ابزار عملی و کاربردی برای کاهش خطرپذیری زلزله در مناطق شهری است. این رویکرد با اصلاحات انجام شده به صورت یک نرم افزار تخمین خسارت و تهیه و تدوین سناریوی زلزله مورد استفاده قرار گرفت، این برنامه در راستای برنامه‌های اطلاع رسانی و آگاه سازی تمامی ذینفعان در شهر کاربرد دارد. اساس این برنامه بر استفاده از اطلاعات موجود برای تهیه خروجی ها است و نیازی به ایجاد و تهیه اطلاعات و نقشه‌های جدید نمی باشد. همچنین نیازی به تخصص‌های پیچیده برای استفاده از این نرم افزار نیست. این نرم افزار باعث می‌شود تا تمامی دست اندر کاران بتوانند در فرایند ایجاد و تهیه و تدوین سناریوی زلزله دخیل باشند و آن را از آن خود بدانند. به این صورت که تمامی افراد می‌توانند روند این فرایند بطور مستقیم مشاهده نمایند همچنین نحوه محاسبات و نحوه تغییر داده ها را نیز خود تجربه نمایند.

روش شناسی تحقیق:

با توجه به آنچه در مبانی نظری به آن اشاره شده برای تهیه و تدوین یک «سناریوهای تخمین خسارت زلزله » باید ناحیه هدف مشخص شود. توجه به تاریخچه زلزله‌های رخداده و میزان خسارت آنها و در نظر گرفتن یک زلزله فرضی قابل اعتماد برای تخمین خسارت، ضروری می‌باشد. همچنین با توجه به زمین شناسی و لرزه شناسی باید بزرگی، مرکز زلزله و مدل افت قدرت موج مشخص شوند.

جدول ۱- نرم افزارهای تخمین خسارات زلزله

نام ابزار	توضیحات	قابلیت اجراء	منبع
RADIUS	پروژه *RADIUS* به وسیله *UNISDR* برای برآورد ریسک لرزه‌ای راه‌اندازی شد و به عنوان ابزاری پشتیبان در برنامه‌ریزی کاهش خطر زمین‌لرزه بویژه در کشورهای در حال توسعه بکار رفت.	ارزیابی خسارت لرزه‌ای، ارزیابی ریسک زمانی برای مناطق شهری، افزایش آگاهی عمومی، برنامه‌ریزی پیش از بلایای طبیعی	*Okazaki (۲۰۰۰); Okazaki et al. (۲۰۰۰)*
HAZUS-MH	*HAZUS* یک ابزار تجزیه و تحلیل چند مرحله‌ای *GIS* است که توسط *FEMA* و *NIBS* توسعه داده می‌شود	تخمین تلفات ساختمان‌ها، شریان‌های حیاتی، تلفات اقتصادی و اجتماعی و غیره.	*FEMA (۲۰۰۳)*
Karmania Hazard Model (KHM)	*KHM* ابزار تجزیه و تحلیل فضایی مبتنی بر *GIS* برای مدیریت زلزله برپایه سناریو است.	حمایت از تصمیم برای آمادگی برای زلزله، مدیریت پس از فاجعه.	*Hassanzadeh et al. (۲۰۱۳)*
MAEviz	یک پلت فرم منبع باز است که به طور مشترک توسط مرکز زمین لرزه آسیای مرکزی و (*NCSA*) برای انجام خطر زلزله و مدیریت ریسک توسعه داده شد.	برنامه‌ریزی پیش از فاجعه، ارزیابی ریسک، ارزیابی و پاسخ سریع	*MAEviz (۲۰۱۸); Elnashai et al. (۲۰۰۸)*
SEISMOCARE	ابزار GIS که برای تخمین تلفات زمین‌لرزه منطقه‌ای توسعه یافت. این ابزار قادر به یکپارچه‌سازی اطلاعات تاریخی برای انجام تجزیه و تحلیل ریسک پیچیده است.	آسیب مبتنی بر سناریو و تلفات، بهینه‌سازی تصمیم‌گیری، اجرای "*if-then*" سناریوهای تحلیل حساسیت	*Anagnostopoulosa et al. (۲۰۰۸)*
CAPRA	*CAPRA* یک ابزار تجزیه و تحلیل چند مرحله‌ای است که برای انجام هر دو ارزیابی ریسک قطعی و احتمالی	میانگین ضرر و زیان سالانه براساس سناریوی احتمالی مبتنی بر سناریو و تخمین تلفات اقتصادی	*Cardona et al. (۲۰۱۰)*
GEM	*GEM* یک برنامه بین‌المللی توسعه‌یافته توسط *OECD* برای توسعه نرم‌افزار و ابزارهای ارزیابی ریسک	ریسک اجتماعی، فیزیکی، اقتصادی و برآورد خسارت	*OCED (۲۰۱۷)*
ImageCat	یک شرکت نوآوری مدیریت ریسک جهانی که داده‌هایی جهت حمایت تصمیم گیری برای ارزیابی ریسک لرزه‌ای و مدیریت بحران را فراهم می‌کند.	ارزیابی تاثیر سریع، استراتژی‌های بیمه، برنامه‌ریزی پیش و پس از فاجعه	*ImageCat (۲۰۱۸)*

[1] *Federal Emergency Management Agency (FEMA)*

تخمین خسارت، با توجه به مخاطره و سازه‌های موجود و تعداد و نوع سازه ها و شریان‌های حیاتی برآورد خواهد شد. نقشه آسیب‌پذیری بیان کننده ارتباط بین شدت لرزه ای و درجه خسارت به سازه ها خواهد بود. تلفاتی همچون مرگ و جراحت هنگام وقوع در شب یا روز نیز تخمین زده می‌شوند(تصویر شماره ۱). بنابراین کل فرایند «تخمین خسارت» منجر به آگاهی از مجموع خسارت و چگونگی توزیع آنها در صورت وقوع زلزله می‌باشد. البته باید توجه داشت، زمانی که یک زلزله رخ می‌دهد اثرات و نتایج آن قطعاً تفاوت‌های زیادی با نتایج سناریو خواهند داشت. سناریو تنها فرضیه ای است که از این پس بدانیم که اثرات وقوع یک زلزله می‌تواند بدتر یا شبیه به چیزی باشد که سناریو محاسبه کرده است. آماده بودن برای وقوع زلزله بر اساس سناریوی زلزله به دست آمده، به ما کمک می‌کند که برای رویارویی با یک زلزله واقعی در آن منطقه نیز آماده باشیم.

تصویر ۱- فرایند تخمین خسارت در برنامه *RADIUS* (منبع: *Cynthia, 2002*)

بر اساس پژوهشی که در سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران تحت عنوان بررسی سناریوهای محتمل در نظر گرفته شده شهر تهران، مشخصات سناریوهای مفروض برای شهر تهران به شرح زیر می‌باشد:

جدول ۲- بررسی سناریوهای در نظرگرفته شده برای شهر تهران

		مشاء	نیاوران	پارچین	ری و وارمین
طول گسیختگی گسل (کیلومتر)		۴۳	۳۶	۳۶	۱۷
عمق (کیلومتر)		۱۵	۱۵	۱۲	۱۵
بزرگای گشتاوری		۷	۷	۷	۶,۵
رو مرکز (*UTM*)	طول	۵۸۴۰۱۵	۵۴۸۱۵۸	۵۴۶۲۱۳	۵۸۴۲۳۸
	عرض	۳۹۶۳۰۶۵	۳۹۶۷۴۴۲	۳۹۳۶۳۷۶	۳۹۰۴۰۱۴

(منبع: سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران، ۱۳۹۲)

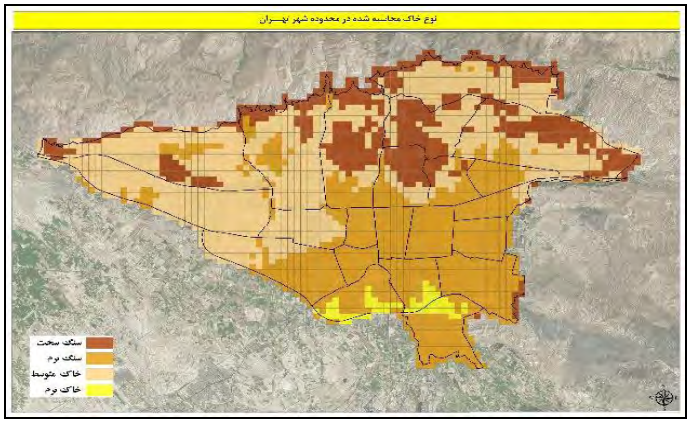
با استفاده از مدل *RADUIS* و نرم افزار *ARC GIS* خسارتهای احتمالی بر زیرساختارها، ساختمانها و افراد موجود در شهر تهران بر اساس جمعیت شب (ساعت ۲۳) و بر اساس اطلاعات جمعیت سال ۱۳۹۵ به صورت زیر برآورد گردیده است:

الف) شبکه بندی منطقه: از آنجایی که مناطق دارای خصوصیات مختلفی از قبیل وضعیت زمین، ساختمان ها و همچنین اطلاعات آماری متفاوتی می‌باشد، برای انجام تخمین خسارت باید منطقه مورد بررسی را شبکه بندی نماییم. برای اجرای شبکه بندی می‌توانیم از شبکه‌های بین ۵۰۰ مترمربع تا ۲ کیلومترمربع استفاده نماییم. هر چه اندازه شبکه ها کوچکتر باشد، میزان اطلاعات بیشتری نیز به تعداد شبکه ها باید وارد سیستم شود. در این مطالعه اندازه شبکه ها ۵۰۰ متر در نظر گرفته شده است. در این پژوهش شهر تهران به ۲۶۶۴ شبکه تقسیم شده است.

ب) زلزله سناریو: پارامترهای ورودی به سیستم برای زلزله سناریو عبارت از: موقعیت، عمق، بزرگی و زمان وقوع زلزله می‌باشد. گرچه زلزله ای که برای سناریو بکار می‌رود کاملاً فرضی است اما باید دقت شود که مدل زلزله فرضی از نقطه نظر لرزه شناسی معتبر باشد. برای نمونه، بزرگی زلزله نباید بیش از ۸/۵ درنظر گرفته شود. از آنجایی که درجه خسارت تابعی است از بزرگی و فاصله منطقه هدف با مرکز زلزله، با درنظر گرفتن فاصله بسیار نزدیک یا بسیار دور از مرکز زلزله، به نتایج قابل قبولی دست نخواهیم یافت. بر این اساس با توجه به جدول شماره ۲ سناریوهای مختلف محاسبه گردید.

ج) وضعیت خاک: طبقه بندی و پهنه بندی وضعیت خاک برای فرایند تخمین خسارت زلزله بسیار اهمیت دارد، زیرا وضعیت زمین به طور مستقیم لرزش زمین و اثرات لرزه ای را تشدید می‌کند. طبقه بندی وضعیت زمین نیاز به اطلاعات گسترده زمین شناسی از منطقه مورد نظر دارد. هرچه بانک‌های اطلاعاتی بسیار

جزئی در دست باشد می‌توان طبقه بندی و نتایج دقیق را از تحلیل‌های پیچیده بدست آورد. این نرم افزار طبقه بندی ساده ای را پیشنهاد می‌کند که به چهار دسته تقسیم شده است، سنگ سخت، سنگ نرم، خاک متوسط و خاک نرم که فاکتورهای تشدید نیز مطابق با آنها اعمال می‌شود.(تصویر شماره ۲).



تصویر ۲- طبقه بندی شهر تهران- منبع: نگارندگان

د) خسارت به ساختمان ها: خسارت وارده به ساختمان ها در اثر زلزله کاملاً تحت تاثیر نوع ساختمان ها قرار دارد. برای یک تخمین خسارت موثر برای ساختمان ها، طبقه بندی ساختمان ها ضروری است. راه‌های مختلفی برای طبقه بندی ساختمان ها وجود دارد، همانند طبقه بندی مواد بکار رفته، نوع ساخت و ساز، سن ساختمان، طبقه، ارتفاع، کاربری و غیره . طبقه بندی مطلوب طبقه بندی است که بتوان ارتباط آن را پس از خسارت نیز با مشاهده بدست آورد. از آنجایی که معمولاً جزئیات کامل اطلاعات مربوط به ساختمان ها در دسترس نیست لذا از یک طبقه بندی کلی استفاده می‌نماییم. این طبقه بندی ۱۰ مقوله اصلی را در نظر دارد. (نمودار ۸) این طبقه بندی بر اساس مواد استفاده شده در ساخت و ساز، نوع ساختمان ها، کدهای ساختمانی استفاده شده، کاربری و تعداد طبقات و غیره صورت می‌پذیرد. اساساً این طبقه بندی بیشتر برای کشورهای درحال توسعه کاربرد دارد.

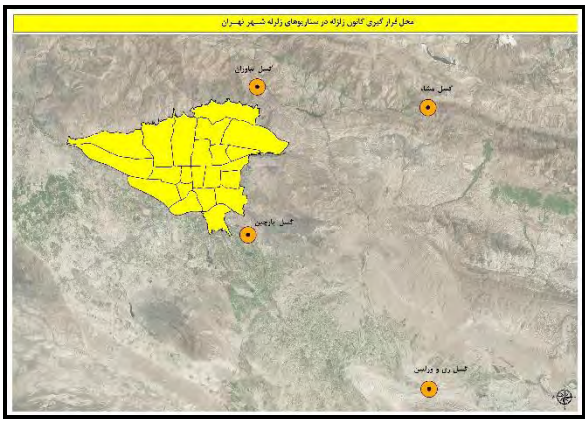
جدول ۳- طبقه‌بندی ساختمان‌ها در برنامه *RADUIS*

مسکونی نوع ۱	ساخت و سازهای غیررسمی: بیشتر حاشیه نشینی‌ها، خانه‌های ردیفی و غیره. ساخته شده از آجر، کاه گلی، سقف ها و دیوارهای بسته نشده
مسکونی نوع ۲	سازه‌های ترکیبی بنایی و بتنی غیرمسلح: سازه‌های غیر استاندارد، غیرمنطبق با کدهای محلی. ارتفاع تا ۳ طبقه
مسکونی نوع ۳	سازه‌های ترکیبی بنایی و بتنی غیرمسلح: قدیمی، خانه‌های کلنگی، غیرمنطبق با آخرین قوانین و کدهای ساختمانی. ارتفاع ۴ تا ۶ طبقه
مسکونی نوع ۴	سازه‌های بتن مسلح مهندسی ساز: تازه ساز و چندین طبقه، کاربری با اهداف مسکونی و تجاری.
آموزشی نوع ۱	ساختمان مدارس تا ۲ طبقه
آموزشی نوع ۲	ساختمان مدارس بالاتر از ۲ طبقه
درمانی نوع ۱	بیمارستان‌های کوچک و متوسط
درمانی نوع ۲	بیمارستان‌های بزرگ
تجاری	مراکز خرید
صنعتی	ساختمان ها و تاسیسات صنعتی

منبع: (*Mazumder et al* ۲۰۱۸)

میزان خساراتی که در این زمینه محاسبه می‌شود، فروریختگی ساختمان ها و خسارات سنگین به آنها است. خسارات سبک و جزئی در نظر گرفته نمی شوند. تعداد ساختمان ها در هر شبکه برای محاسبه میزان خسارات ضروری است. اما از آنجایی که به طور معمول تعیین تعداد دقیق ساختمان ها دشوار است، این نرم افزار تعداد ساختمان ها را با استفاده از دو عامل تخمین می‌زند: تعداد کل ساختمان ها در منطقه و تراکم ساختمان ها در هر شبکه، که این امر به صورت وزن هر شبکه بیان می‌شود.

هـ- خسارت به شریان‌های حیاتی اگر شریان‌های حیاتی از قبیل آب، برق یا شبکه‌های ارتباطی در اثر زلزله خسارت ببینند، باید توجه داشت که در زمان تخمین خسارت نه تنها خسارت مستقیم ناشی از زلزله و ترمیم آنها باید در نظر گرفته شود، بلکه ممکن است باعث قطع و توقف زندگی روزمره افراد ساکن در آن منطقه نیز بشود. از آنجایی که روش‌های تخمین معمولاً پیچیده بوده و نیاز به داده ها و ورودی‌های با جزئیات کامل دارند، این برنامه دارای یک روش ساده برای تخمین مجموع خسارت و استفاده از مجموع شریان‌های حیاتی در کل منطقه هدف دارد. برای رسیدن به نتایج دقیق در این زمینه نیازمند مطالعات دقیق در زمینه‌های تخصصی شریان‌های حیاتی می‌باشد.



تصویر ۳- محل قرارگیری کانون زلزله- منبع: نگارندگان.

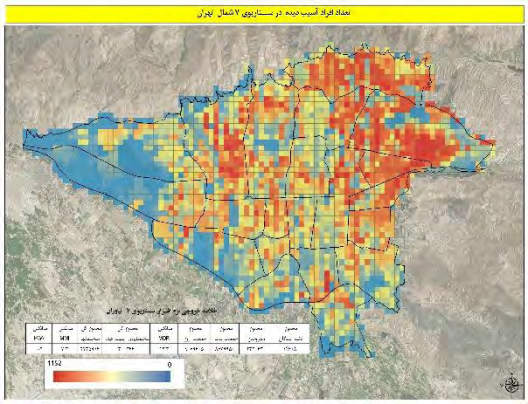
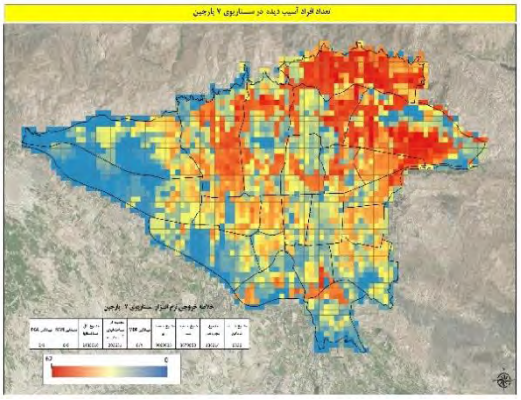
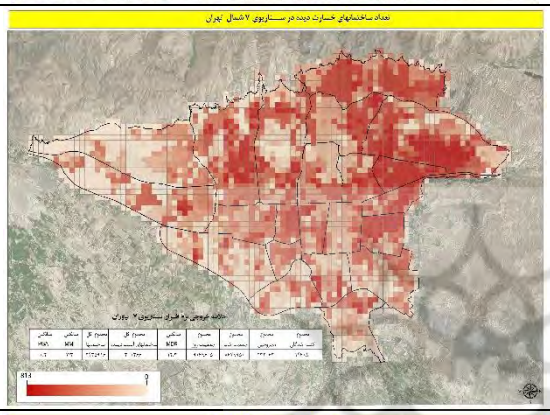
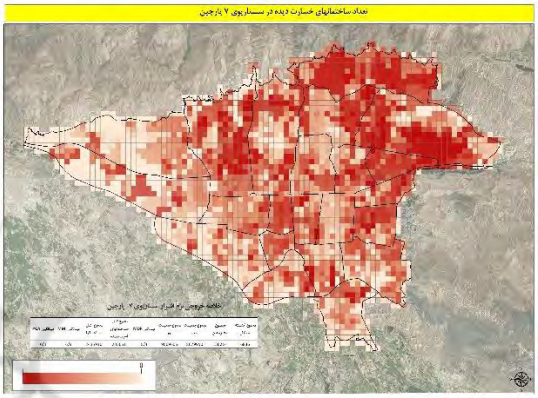
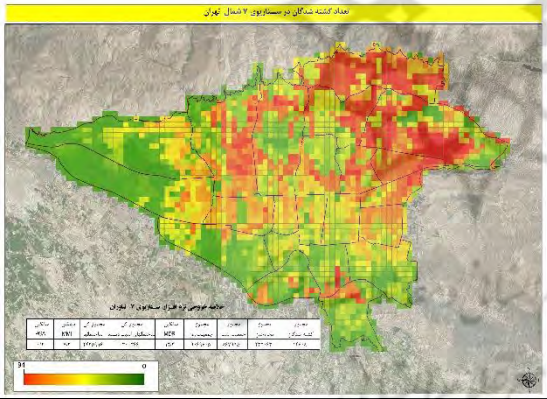
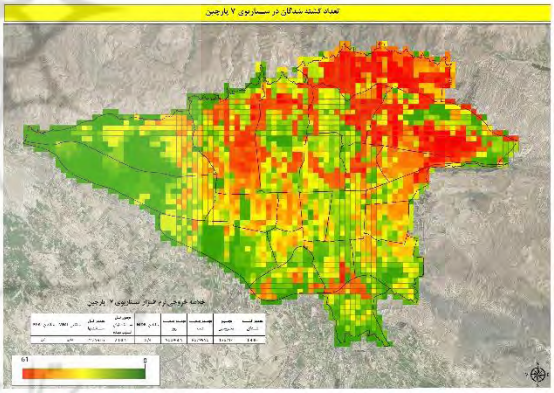
و- تلفات : فروریختن ساختمان ها، اصلی ترین دلیل تلفات در زمان رخداد زلزله می‌باشد. محاسبه تلفات بر اساس ساختمان‌های خسارت دیده انجام می‌شود. برای مثال جمعیت روز، کمتر از جمعیت شب، در مناطق مسکونی است. از طرفی، مدارس و ادارات جمعیت بیشتری در روز دارند و در شب تقریباً خالی از سکنه می‌باشند. اطلاعات تعداد افراد داخل ساختمان ها برای محاسبه تعداد کشته شده و زخمی ضروری است. تعداد افراد ساکن در یک ساختمان در طول روز یا شب یکسان نیست و بسته به کاربری آن ساختمان متفاوت است. در این برنامه جمعیت روز و شب با توجه به طبقه بندی ساختمان ها تخمین شدن می‌شود. زمان روز از ۶ صبح تا ۶ بعد از ظهر در نظر گرفته شده و زمان شب از ۶ بعد از ظهر تا ۶ صبح. تلفات ناشی از زلزله اصلی ترین تلفات هستند و کاهش آنها نیز از اصلی ترین اهداف برنامه ریزی و آماده سازی در برابر بحران است.با توجه به آمارهای سال ۱۳۹۵ در تهران در حدود ۹۱۶.۲,۴۳۵ ساختمان وجود دارد و جمعیت شب در این شهر در حدود ۸,۶۷۹,۹۵۰ می‌باشد بر این اساس سناریوهای احتمالی در شهر تهران به صورت زیر است.

با توجه به نقشه ها و امار موجود می‌توان دریافت که در صورت فعال شدن گسل نیاوران و مشاء بیشترین خسارت به شهر تهران وارد می‌گردد (جدول شماره ۴) جهت انجام محاسبه دقیق تر با توجه به اینکه شهر تهران به صورت شبکه منظم دیده شده است بزرگ‌ترین مقدار با توجه به ۴ سناریوی متصور در تهران، بر اساس میزان تلفات جانی، مجروحین و خسارت به ساختمان در هر شبکه مشخص گردید و بر اساس آن پهنه بندی برای ۳ آیتم فوق در نقشه سناریوی برآیند زلزله آورده شده است.

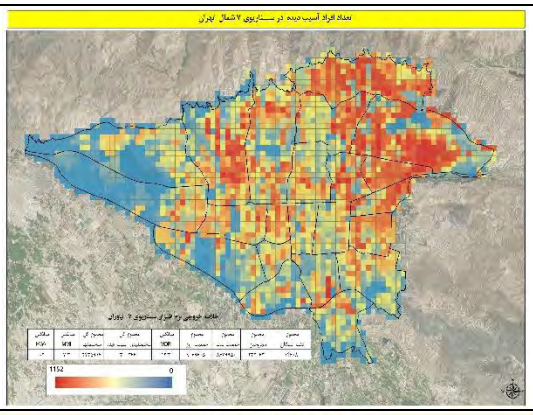
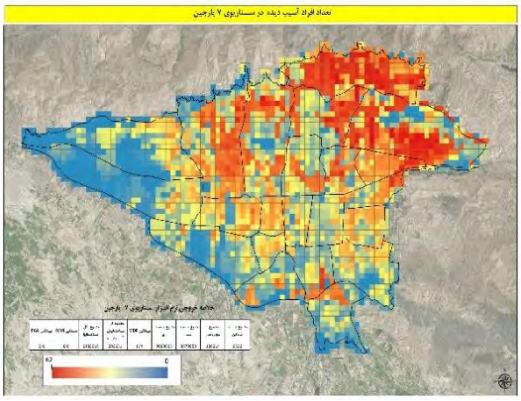
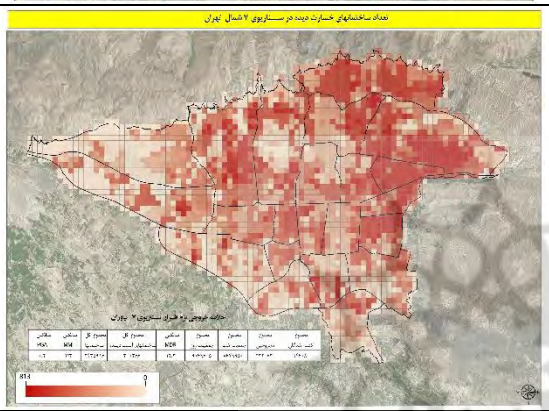
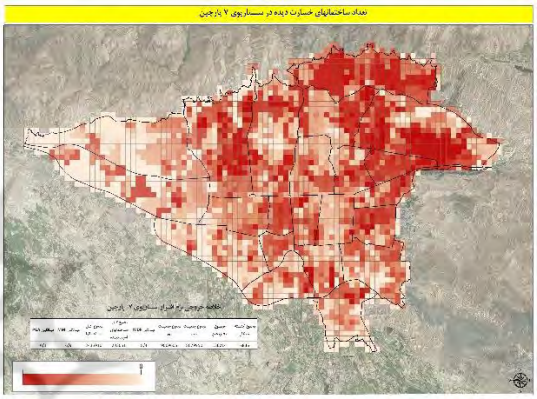
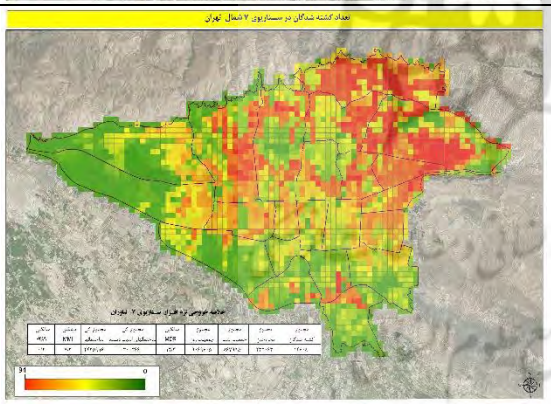
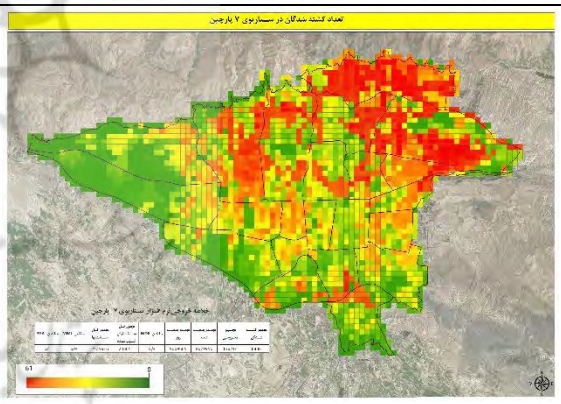
جدول ٤- خروجی نرم افزار از چهار سناریوی محتمل در شهر تهران

	میانگین *PGA*	میانگین *MMI*	مجموع کل ساختمانها	مجموع کل ساختمانهای آسیب دیده	میانگین *MDR*	مجموع جمعیت روز	مجموع جمعیت شب	مجموع مجروحین	مجموع کشته شدگان
گسل نیاوران	۰/۲	۷	۲۴۳۵۹۱۶	۳۰۰۳۶۶	۱۲/۳	۹۰۶۹۶۰۵	۸۶۷۹۹۵۰	۳۲۲۰۶۳	۱۴۶۰۸
گسل مشاء	۰/۱	۶	۲۴۳۵۹۱۶	۵۲۵۱۲	۲/۴	۹۰۶۹۶۰۵	۸۶۷۹۹۵۰	۱۶۴۴۸	۳۵۳
گسل پارچین	۰/۱	۶,۹	۲۴۳۵۹۱۶	۲۰۳۶۵۱	۸/۴	۹۰۶۹۶۰۵	۸۶۷۹۹۵۰	۱۳۶۲۱۴	۶۸۳۶
گسل ورامین و ری	۰/۳	۲,۵	۲۴۳۵۹۱۶	۲۷۴۲۹	۱۳/۱	۹۰۶۹۶۰۵	۸۶۷۹۹۵۰	۴۵۶۵	۱۰۲

منبع، نگارندگان، ۱۳۹۸.

	سناریوی ۷ نیاوران	سناریوی ۷ پارچین
افراد آسیب دیده		
ساختمانهای خسارت دیده		
تعداد کشته شدگان		

تصویر ٤- نقشه خروجی سناریوهای گسل مشاء و ورامین ری- (منبع: نگارندگان)

	سناریوی ۶٫۵ ورامین و ری	سناریوی ۷ مشاء
افراد آسیب دیده		
ساختمانهای خسارت دیده		
تعداد کشته شدگان		

تصویر ۵- نقشه خروجی سناریوهای گسل مشاء و ورامین ری- (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹)

نتیجه‌گیری:

با توجه به اینکه شهرها به عنوان سیستم‌های انطباقی پیچیده‌ای هستند و با توجه به افزایش چشمگیر جمعیت و وجود فرایندهای فیزیکی و اجتماعی وجود برنامه‌ریزی و طراحی دقیق شهرها جهت انطباق با بحرانها و انعطاف پذیری آنها امری بسیار مهم و اجتناب پذیر خواهد بود. تعامل بین شبکه ها و ارگانهای مدیریتی فعالیتها، سازمانها، منابع و فرایندهای نوظهور در شهر تهران باعث می‌گردد در صورت هرگونه بحران شهر تهران و به طبع آن کشور با مشکلات عدیده ای روبرو گردد. داشتن چشم انداز از اتفاقاتی که ممکن است در اینده رخ دهد می‌تواند شهر ها را به سوی شهری منعطف در برابر حوادث سوق دهد. این پژوهش با توجه به سناریوهای زلزله و فاصله کانونی آن تا شهر تهران و استفاده از اطلاعات آماری سال ۱۳۹۵ و اطلاعات ساختمانهای شهر تهران سناریوهای قابل پیش بینی در صورت وقوع به کمک نرم افزار *GIS* و نرم افزار *RADUIS* انجام گرفت نکته قابل توجه خسارتهای که بر اکثر مناطق شهر تهران وارد می‌شود. از این نقشه ها و سناریوها جهت مطالعات آتی و برنامه ریزی جهت اقدامات و اولویتهای ساخت و ساز، بهبود شریانها و زیر ساختهای حیاتی، مکانیابی جهت احداث بیمارستانها و اولویت جهت بهسازی و نوسازی مناطق شهری استفاده نمود. نرمافزار *RADUIS* به عنوان نرم افزاری ساده و با کمک نرم افزارهای اطلاعات

مکانی می‌تواند کمک بسیار مناسبی جهت مدیران و برنامه ریزان شهری جهت نیل به شهری منعطف در برابر بلایای طبیعی باشد. در صورت وقوع زلزله بیشتر خسارت مربوط به زلزله مشاء و زلزله مربوط به گسل نیاوران خواهد بود. با توجه به افزایش شهرنشینی در تهران با توجه به سناریوهای قبلی و مطالعات جایکا در این زمینه، میزان قابل توجهی در هنگام وقوع زلزله از میزان کشته شدگان کاسته شده است که می‌توان به نحوه علمی ساخت و ساز، افزایش آگاهی مردم نسبت به زلزله و کاهش بافت فرسوده در تهران اشاره نمود علاوه برآن نقطه کانونی وقوع زلزله می‌باشد که در این پژوهش در تمامی سناریوها در خارج از شهر تهران در نظر گرفته شده است.

Refrences:

1. *Abdollahi, M. (2001). Disaster Management in Urban Areas, Municipalities Organization Press, First Edition. Tehran. (in Persian language)*
2. *Ahadnejad, M. (2009), Urban vulnerability's modelling for earthquake (Case study: Zanjan city), Ph.D. Dissertation for Ph.D. in Geography and urban planning, University of Tehran. (in Persian language)*
3. *Alam, M. N., Alam, M. S., and Tesfamariam, S. (2011). Buildings' seismic vulnerability assessment methods: A comparative study. Nat. Hazards, 62(2), 405–424*
4. *Alexander, D. (2006). The Globalization Of Disasters. Journal of International Affairs. Vol. 59, No. 2*
5. *Anagnostopoulos, S., Providakis, C., Salvaneschi, P., Athanasopoulos, G., and Bonacina, G. (2008). SEISMOCARE: An efficient GIS tool for scenario-type investigations of seismic risk of existing cities. Soil. Dyn. Earthquake Eng., 28(2), 73–84.*
6. *Ara, S. (2014). Impact of temporal population distribution on earthquake loss estimation: a case study on Sylhet, Bangladesh. International Journal of Disaster Risk Science, 5(4), pp.296-312.*
7. *Asadi, E., & Adeli, H. (2018). Seismic performance factors for low-to mid-rise steel diagrid structural systems. The Structural Design of Tall and Special Buildings, e1505.*
8. *Assar, M. & Nadim, A. (1994). Guide to improving the environment to deal with natural disasters, Tehran. (in Persian language)*
9. *Barbat, A. H., Pujades, L. G., & Lantada, N. (2008). Seismic damage evaluation in urban areas using the capacity spectrum method: application to Barcelona. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 28(10), 851-865.*
10. *Beck, U. (1992). Risk Society: Towards a New Modernity, New Delhi: Sang (Translated from the German isikogesellschaft).*
11. *Birkmann, J., 2006, Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies, United Nations University Press, Tokyo.*
12. *Cardona, O. D., Ordaz Schroder, M. G., Reinoso, E., Yamín, L., & Barbat, H. A. (2010). Comprehensive approach for probabilistic risk assessment (CAPRA): international initiative for disaster risk management effectiveness. In 14th European Conference on Earthquake Engineering (pp. 1-10).*
13. *Cavallo, A., & Ireland, V. (2014). Preparing for complex interdependent risks: A system of systems approach to building disaster resilience. International Journal of Disaster Risk Reduction, 9, 181–193.*
14. *Collier, M. J., Nedović-Budić, Z., Aerts, J., Connop, S., Foley, D., Foley, K., ... Verburg, P. (2013). Transitioning to resilience and sustainability in urban communities. Cities, 32 , 21–28.*
15. *Dolce, M., Masi, A., Marino, M. and Vona, M., 2003. Earthquake damage scenarios of the building stock of Potenza (Southern Italy) including site effects. Bulletin of Earthquake Engineering, 1(1), pp.115-140.*
16. *Federica Battista and Stephan Baas (2004).The Role of Local Institutions in Reducing vulnerability to recurrent natural disasters and in sustainable livelihoods development , consolidated report on case studies and workshop findings and ecommendations.*
17. *FEMA (Federal Emergency Management Agency). 2003. Multi- hazard loss estimation methodology—Earthquake model. In HAZUS-MH MR4: Technical Manual. Washington, DC: Department of Homeland Security*

18. *Fischer III, Henry; Charls K, Scharnberger .(1996). Redusing Seismic Vulnerability in low to modarate risk areas. Disaster Prevention and Management.*
19. *Haji Ali Akbari, K. (2018). Neighborhood Development: a framework for inefficient neighborhoods of Tehran. Research and Planning Center of Tehran. Tehran. (in Persian language)*
20. *Hassanzadeh, R., Nedović-Budić, Z., Razavi, A. A., Norouzzadeh, M., & Hodhodkian, H. (2013). Interactive approach for GIS-based earthquake scenario development and resource estimation (Karmania hazard model). Computers & geosciences, 51, 324-338*
21. *ImageCat (2018), http://www.imagecatinc.com/, browsed on September 29, 2018.*
22. *Jabareen, Y. (2013). Planning the resilient city: Concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk. Cities, 31, 220–229.*
23. *JICA (Japan International Cooperation Agency) and the TDMMO (Tehran Disaster Mitigation andManagement Organization) ,2004, The comprehensive master plan study on urban seismic disaster prevention and management for the Greater Tehran Area in Iran, Main Final Report. Pacific Consultant International, Tokyo*
24. *Karimzadeh, S., Miyajima, M., Hassanzadeh, R., Amiraslanzadeh, R., & Kamel, B. (2014). A GIS-based seismic hazard, building vulnerability and human loss assessment for the earthquake scenario in Tabriz. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 66, 263-280.*
25. *Lantada, N., Irizarry, J., Barbat, A. H., Goula, X., Roca, A., Susagna, T., & Pujades, L. G. (2010). Seismic hazard and risk scenarios for Barcelona, Spain, using the Risk-UE vulnerability index method. Bulletin of earthquake engineering, 8(2), 201-229.*
26. *Malalgoda, C., Amaratunga, D., & Haigh, R. (2014). Challenges in creating a disaster resilient built environment. Procedia Economics and Finance, 18, 736–744.*
27. *Mazumder , Ram Krishna., Salman, Abdullahi . (2018). Seismic Damage Assessment Using RADIUS and GIS: A Case Study of Sylhet City, Bangladesh , International Journal of Disaster Risk Reduction*
28. *Mohammadi Deh cheshmeh, M. (2013). Urban Safety and Passive Deffence. Shahid Chamran Unversity Press. Ahvaz. (in Persian language)*
29. *Moor, J., 2001, Cities at risk, Habitat Debate, 7(4), 1–6.*
30. *Naderzadeh, A. (2004). Study for detailed plan of prevention and urban disaster management. Haft Shahr Journal, No.18-19. Tehran. (in Persian language)*
31. *OECD (2017). http://www.oecd.org/sti/sci-tech/theglobalearthquakemodelgem.htm, browsed on December 19, 2017*
32. *Okazaki, K. (2000). RADIUS—Risk assessment tools for diagnosis of urban areas against seismic disasters. http://www.unisdr.org/publications/v.php?id=2752æ (browsed on Dec 18, 2).*
33. *Omand, D., 2005, Developing National Resilience, RUSI Journal, Vol. 50, No. 4, PP. 14-18.*
34. *Pelling, Mark. The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience, London, Earthscan.*
35. *Poyan, J. & Nategh Elahi, F. (1998). Evaluation of earthquake vulnerability in mega cities (Case study: Tehran City), Third International Conference of Eeartquake Engineering. Tehran. (in Persian language)*
36. *Rockefeller Foundation, & ARUP (2014). City resilience framework, Ove Arup & Partners International Limited 2014.*
37. *Smart Mature Resilience (2016a). Smart mature resilience. http://smr-project.eu/home/, Accessed date: 19 December 2017.*
38. *Tantala,M.W., Nordenson, J. P., Deodatis,G.,2000, Earthquake loss estimation study for the new York city area, New York City Area Consortium for Earthquake Loss Mitigation , Department of civil engineering and environmental engineering Princeton university*
39. *Tehran Disaster Mitigation and Management Organization, (2013). Investigating the scenarios for the city of Tehran and the output results of the damage estimation software, Tehran. (in Persian language)*

40. *Tesfamariam, S. and Saatcioglu, M., 2008. Risk-based seismic evaluation of reinforced concrete buildings. Earthquake Spectra, 24(3), pp.795-821.*
41. *UN (2014). Report of the world urbanization prospects: The 2014 revision, highlights. Department of Economic and Social Affairs, Publication Division, United Nations.*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Journal of Regional Planning

ISSN (Print): 2251-6735 Vol. 10/ No. 40/ Winter 2020
ISSN (Online): 2423-0751

Research Paper

Assessment Of Various Earthquake Scenarios In Tehran With The ApproachOf Urban Flexibility

Kianoosh Zaker Haghighi [1]**:** *Assisstant Professor, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran*
Mohsen Mehrjoo: *Ph.D Candidate, Department of Urbansim, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

Recived:2020/8/5 *pp: 175- 176* *Accept: 2020/11/10*

Abstract

Earthquake in urban areas around the world has become a major concern for residents and city administrators because of potential losses to life and widespread damage to urban infrastructure that occurs after the earthquake. Iran is considered one of the most important countries in the world, where almost all of its regions are subject to medium to large earthquakes, Tehran as the capital of the country is no exception to this rule. Since 1830, no earthquake has ever experienced severe earthquakes. According to statistics, the period of the return of an earthquake in Tehran is 150 years, which on this basis is probable that an earthquake with a large extent of destruction is possible for Tehran. Tehran, based on census and housing with a population of more than 8.5 million, is estimated to have 3268 hectares in the old tissue. due to the limitation of earthquake risk reduction in Tehran, a method is required to assess and prioritize the city space structures on regional scale. prediction of seismic damage based on possible scenarios in Tehran can help decision - makers to identify the priorities of planning to reduce losses. prediction of seismic damage based on possible scenarios in Tehran can help decision - makers to identify the priorities of planning to reduce losses.

Keywords: *Urban Flexibility, Earthquakes, Possible Scenarios, Raduis.*

Extended Abstract:

Introduction:

Global data show that over the last two decades, natural disasters have been a frequent ccurrence over the past and have caused a lot of destructive effects. Therefore, it is important to identify the steps to provide respond to them. Attention is also essential to the priority and promotion of it at different levels. Therefore, effective natural disaster management strategies are needed so that communities can move to reduce vulnerabilities at local and even regional and national levels in relation to natural hazards reduction (Battista, 2004). Today, the public is experiencing accidents in different ways with other history periods (Omand, 2005). In any news section, images of the latest incidents are seen regardless of where they occur. Therefore, the question arises if the possibility of foresight and prevention of accidents does not exist to keep people safe from their consequences to minimize the losses and disturbances caused by crises. This becomes more important when we know that the crises have incurred a loss of 600 billion dollars in recent years, affecting more than 3 billion people and more than 750,000 people have died (Birkmann, 2006). Cities, as the most complex of human beings, face large risks because of a wide range of risks and their multiple vulnerabilities. Urban vulnerabilities everywhere, from infrastructures and buildings to communications, transport and energy lines (Moor, 2001).

Earthquakes in urban areas around the world have become a major concern for residents and city administrators because of potential losses to life and widespread damage to urban infrastructure

[1]. *Corresponding Author, Email: k.zakerhaghighi@gmail.com Tel: +989121504368*

that occurs after the earthquake. Iran is considered one of the most important countries in the world, where almost all of its regions are subject to medium to large earthquakes, Tehran as the capital of the country is no exception to this rule. Since 1830, no earthquake has ever experienced severe earthquakes.

Methods:

The aim of this study is to prepare an earthquake scenario and identify regions prone to earthquake risk in Tehran City. The main purpose of the RADIUS project that has begun with the support of the United Nations is to raise awareness and create a practical and practical tool to reduce the risk of earthquakes in urban areas. This approach has been used as a damage estimation software and the preparation and development of the earthquake scenario, in line with the information and awareness programmes of all stakeholders in the city. In this study, with the integration of the GIS software and the RADIUS software, the city has divided the city of Tehran to 500 x 500 square meters based on the input of the RADIUS software including building data in different types, demographic information and infrastructure information and use of ARC GIS software as well as 500 x 500 square meters of information.

Results:

the information about the earthquake in Tehran is calculated based on the last studies of the prevention and management of Tehran crisis, according to distance and fault arrangement, as well as the depth of the earthquake. The results were calculated based on three seismic scenarios of Parchin, Niavaran, Moshae, and Varmin and for each of these scenarios, there was a map of human and construction loss. Considering that in each scenario the point is given to each of the 500 x 500 networks, the largest amount of obtained in each scenario is presented to the aforementioned networks as the resultant of scenarios and the resultant result is presented as the resultant maps of an earthquake.

Conclusion:

the plans and scenarios for future studies and planning for construction and priorities of construction, improving the arteries and infrastructure of construction, finding the hospitals and priorities for the rehabilitation and rehabilitation of urban areas. As a simple software and with the help of GIS software, RADIUS software can be a very good help for managers and urban planners to reach a flexible urban environment. In the event of an earthquake, most of the damage to the earthquake and the earthquake related to the fault will be Niavaran. Most of the casualties in the northeast of Tehran will be due to the population density, which is required to pay attention to urban managers in these areas to emergency housing centers, hospitals as well as more attention to construction considerations in these areas.

پرتال جامع علوم انسانی